

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-127473

(43)Date of publication of application : 22.04.2004

(51)Int.Cl. G11B 7/135
G02B 13/00
G11B 7/125

(21)Application number : 2003-003525 (71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 09.01.2003 (72)Inventor : HIRAI HIDEAKI

(30)Priority

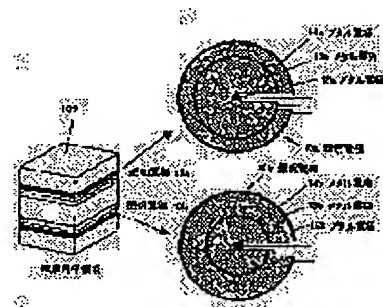
Priority number : 2002226023 Priority date : 02.08.2002 Priority country : JP

(54) OPTICAL PICKUP AND OPTICAL INFORMATION PROCESSING APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a favorable spot on an information recording plane of a blue system optical recording medium, a DVD system optical recording medium, or a CD system optical recording medium without increasing the number of parts.

SOLUTION: A liquid crystal element for correcting spherical aberration is constituted by forming metallic electrodes 12a-14a, 12b-14b on transparent electrodes 10a, 10b with a pair of continuous transparent electrodes 10a, 10b as a unit. A metallic electrode 13a is formed at a pupil radius position where the spherical aberration generated when recording and reproducing the DVD system optical recording medium is a maximum, and a metallic electrode 13b is formed at a pupil radius position where the spherical aberration generated when recording and reproducing the CD system optical recording medium is a maximum. Voltage is applied to the metallic electrode 13a at the position where an additive phase amount is maximized in recognizing the insertion of the DVD system optical recording medium of an optical recording medium discrimination means to the liquid crystal element, and voltage is applied to the metallic electrode 13b at the position where an additive phase amount is maximized in recognizing the CD system optical recording medium. Moreover, in the recognition of insertion of a blue optical recording medium, the liquid crystal element does not play any role at all.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-127473

(P2004-127473A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135	G 1 1 B 7/135 A	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/00	G 1 1 B 7/135 Z	5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/125	G 0 2 B 13/00	5 D 7 8 9
	G 1 1 B 7/125 B	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2003-3525 (P2003-3525)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成15年1月9日(2003.1.9)		株式会社リコー
(31) 優先権主張番号	特願2002-226023 (P2002-226023)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(32) 優先日	平成14年8月2日(2002.8.2)	(74) 代理人	100112128
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 村山 光威
		(72) 発明者	平井 秀明
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		Fターム(参考)	2H087 KA13 LA01 NA01 SA81 UA09
			5D119 AA04 AA41 BA01 BB13 CA16
			DA01 DA05 EC01 EC45 EC47
			FA08 JA09 JA31 JA42 JA58
			LB01 LB05

最終頁に続く

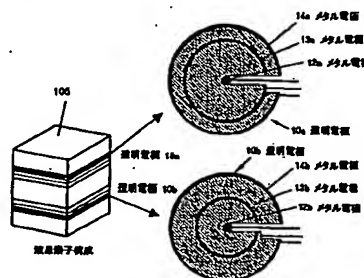
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ及びこれを用いる光情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 部品点数を増加させることなく、青色系光記録媒体、DVD系光記録媒体、またはCD系光記録媒体の情報記録面上に良好なスポットを形成する。

【解決手段】 球面収差を補正する液晶素子は、連続した透明電極10a、10bを1対とし、透明電極10a、10bにメタル電極12a～14a、12b～14bを形成してなる。メタル電極13aはDVD系光記録媒体を記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成し、メタル電極13bはCD系光記録媒体の記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成する。液晶素子に対して光記録媒体判別手段のDVD系光記録媒体挿入の認識で付加位相量が最大となる位置のメタル電極13aに印加電圧を加え、CD系光記録媒体の認識で付加位相量が最大となる位置のメタル電極13bに印加電圧が加えられる。また、青色系光記録媒体挿入の認識では液晶素子は何ら作用しない。

【選択図】 図15



【特許請求の範囲】

【請求項1】

光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行う光ピックアップであって、各々波長の異なる複数の光源と、前記光記録媒体に前記光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、電圧印加により通過光束に位相変化を与える液晶素子とを備え、

前記液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、前記同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置、及び付加位相量を前記各光源の点灯に応じて切り換えることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項2】

前記複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： NA_1, NA_2, \dots, NA_i ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, ..., i に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： r_1, r_2, \dots, r_i を有し、前記瞳半径位置が次の条件

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_i$$

を満足することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項3】

前記複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： NA_1, NA_2, \dots, NA_i ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, ..., i に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、対物レンズを、前記光記録媒体1において球面収差の波面が最小となるように設計されたとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： r_2, r_3, \dots, r_i を有し、前記瞳半径位置が次の条件

$$r_2 \geq r_3 \geq \dots \geq r_i$$

を満足することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項4】

前記複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： NA_1, NA_2, \dots, NA_i ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, ..., i に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、光記録媒体1, 2, ..., i 上に発生する球面収差が最大となる瞳半径位置を $R_1, R_2, \dots, R_g, R_h, \dots, R_i$ ($R_1 \geq R_2 \geq \dots \geq R_g \geq R_h \dots \geq R_i$) としたとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： $r_1, r_2, \dots, r_x, \dots, r_j$ ($x < j < i$) を有し、前記瞳半径位置： r_x が次の条件

$$r_x = (R_g + R_h) / 2$$

を満足することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項5】

前記複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： NA_1, NA_2, \dots, NA_i ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_a \geq NA_b \geq NA_c \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, ..., a, b, c, \dots, i に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、対物レンズが、光記録媒体 b に対しては有限系により使用されるとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： $r_1, r_2, \dots, r_a, r_c, \dots, r_i$ を有し、前記瞳半径位置が次の条件

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_a \geq r_c \dots \geq r_i$$

を満足することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項6】

光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行う光ピックアップであって、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) の光を出射する3つの光源と、前記光記録媒体に前記光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、開口数： NA_1, NA_2, NA_3 ($NA_1 \geq NA_2 \geq NA_3$) を切り換える開口制限手段と、電圧印加により通過光束に位相分布の変化を与える液晶素子とを備え、

前記液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、前記同心円状の位

10

20

30

40

50

相変化が最大となる瞳半径位置 r_2 、 r_3 をもち、前記瞳半径位置 r_2 と瞳半径位置 r_3 は対向電極のそれぞれ異なる電極面にあり、前記瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に、前記瞳半径位置 r_3 は略開口数： NA_3 以内の領域に形成されてなることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 7】

光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか 1 以上を行う光ピックアップであって、波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) の光を出射する 3 つの光源と、前記光記録媒体に前記光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、開口数： NA_1 、 NA_2 、 NA_3 ($NA_1 \geq NA_2 \geq NA_3$) を切り換える開口制限手段と、電圧印加により通過光束に位相分布の変化を与える液晶素子とを備え、

10

前記液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、前記同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置 r_2 、 r_3 をもち、前記瞳半径位置 r_2 と瞳半径位置 r_3 は対向電極の同一電極面上にあり、前記瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に、前記瞳半径位置 r_3 は略開口数： NA_3 以内の領域に形成されてなることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 8】

前記対物レンズを、3 つの光源の波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) のうち、波長： λ_2 の光源点灯時は有限系で使用することを特徴とする請求項 6 または 7 記載の光ピックアップ。

【請求項 9】

20

光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか 1 以上を行う光ピックアップであって、波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) の光を出射する 3 つの光源と、前記光記録媒体に前記光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、開口数： NA_1 、 NA_2 、 NA_3 ($NA_1 \geq NA_2 \geq NA_3$) を切り換える開口制限手段と、電圧印加により通過光束に位相分布の変化を与える液晶素子とを備え、

前記液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、前記同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置 r_2 をもち、前記瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に形成されてなることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 10】

前記対物レンズを、3 つの光源の波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) のうち、波長： λ_2 及び波長： λ_3 の光源点灯時は有限系で使用することを特徴とする請求項 9 記載の光ピックアップ。

30

【請求項 11】

前記光記録媒体を判別する光記録媒体判別手段を備え、前記光記録媒体判別手段からの信号に応じて、液晶素子の付加位相量、及び付加位相量が最大となる瞳半径位置を切り換えることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

【請求項 12】

前記光記録媒体上に発生する球面収差を検出する球面収差検出手段を備え、前記球面収差検出手段からの信号に応じて、液晶素子の付加位相量を変化させることを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

40

【請求項 13】

前記液晶素子において、同心円状の位相付加面の対向電極面が、光軸中心に対称分割された $2n$ 領域 (n は整数) からなることを特徴とする請求項 7 または 9 記載の光ピックアップ。

【請求項 14】

光記録媒体からの反射光の干渉パターンからコマ収差信号を生成する手段を備え、前記コマ収差信号に基づいて、液晶素子の付加位相量を制御することを特徴とする請求項 13 記載の光ピックアップ。

【請求項 15】

対物レンズの略光軸中心からの位置ずれ量を検知する手段を備え、検知した前記位置ずれ

50

量の信号に基づいて、液晶素子の付加位相量を制御することを特徴とする請求項 1 3 記載の光ピックアップ。

【請求項 1 6】

前記複数の光記録媒体における少なくともいずれか 1 つは、情報記録層が多重形成された多層型光記録媒体であって、前記多層型光記録媒体の記録、再生を行う前記情報記録層の位置に応じて、液晶素子の付加位相量を変化させることを特徴とする請求項 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

【請求項 1 7】

前記光源の使用波長に応じて、前記光源からの出射光の開口数を切り換える開口制限手段を備え、前記開口制限手段が液晶素子と一体化されたことを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

10

【請求項 1 8】

前記光源の使用波長に応じて、前記光源からの出射光の偏光状態を変化させる偏光素子を備え、前記偏光素子が液晶素子と一体化されたことを特徴とする請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

【請求項 1 9】

前記液晶素子が、対物レンズと一体で可動することを特徴とする請求項 1 ～ 1 8 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

【請求項 2 0】

請求項 1 ～ 1 9 のいずれか 1 項記載の光ピックアップを用いて、光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去の少なくとも 1 以上を行うことを特徴とする光情報処理装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源からの通過光束に印加電圧に応じて位相変化を与える液晶素子を備えた光ピックアップ及びこれを用いる光情報処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

映像情報、音声情報、またはコンピュータ上のデータを保存する手段として、記録容量 0.65 GB の CD、記録容量 4.7 GB の DVD などの光記録媒体が普及しつつある。そして、近年、さらなる記録密度の向上及び大容量化の要求が強くなっている。

30

【0003】

このような光記録媒体の記録密度を上げる手段としては、光記録媒体に情報の書き込みまたは呼び出しを行う光ピックアップにおいて、対物レンズの開口数（以下、NA という）を大きくすること、あるいは、光源の波長を短くすることにより、この対物レンズによって集光され、光記録媒体上に形成されるビームスポットの小径化が有効である。そこで、例えば、「CD 系光記録媒体」では、対物レンズの NA が 0.50、光源の波長が 780 nm とされているのに対して、「CD 系光記録媒体」よりも高記録密度化がなされた「DVD 系光記録媒体」では、対物レンズの NA が 0.65、光源の波長が 660 nm とされている。そして、光記録媒体は、前述したように、さらなる記録密度の向上及び大容量化が望まれており、そのためには、対物レンズの NA を 0.65 よりもさらに大きく、あるいは、光源の波長を 660 nm よりもさらに短くすることが望まれている。

40

【0004】

このような大容量の光記録媒体及び光情報処理装置として、例えば、非特許文献 1 などに挙げられている、青色の波長領域の光源と NA 0.85 の対物レンズを用いて、22 GB 相当の容量確保を満足するシステム提案がある。

【0005】

前記高 NA 化、あるいは短波長化による新規格が近年提案される一方、利用者の手元には、従来の光記録媒体である CD、DVD が存在する。これらの光記録媒体と前記新規格の光記録媒体とともに同一の光情報処理装置で取り扱えることが望ましい。これを実現する

50

最も簡単な方法としては、従来の光ピックアップと、新規規格用光ピックアップの両方の光ピックアップを搭載する方法がある。しかし、この方法では、小型化、低コスト化を達成することは難しい。

【0006】

そこで、青色波長帯域の光源を用いた大容量光記録媒体と、既存のDVD、あるいはCDとの互換が可能な光ピックアップとして、図32に概略構成を示すように青色用光源100、DVD用光源200、CD用光源300の各光源と、各光源からの出射光を所定の光記録媒体に集光させるための1つの対物レンズを備えた構成が望ましい。ところで、このように1つの対物レンズで、青色、DVD、CDの異なる規格の光記録媒体に集光させるためには、次のような課題が存在する。

【0007】

波長($\lambda 1$): 400nm、NA($\lambda 1$): 0.65、光照射側基板厚($t 1$): 0.6mmの青色系光記録媒体に対して、無限系入射(対物レンズへの入射光が平行光で入射する状態を意味する)により球面収差の波面が最小となる単一の対物レンズを用いて、波長($\lambda 2$): 660nm、NA($\lambda 2$): 0.65、光照射側基板厚($t 2$): 0.6mmのDVD系光記録媒体に無限系入射でスポット形成させた場合、あるいは波長($\lambda 3$): 780nm、NA($\lambda 3$): 0.50、光照射側基板厚($t 3$): 1.2mmのCD系光記録媒体に無限系入射で集光させた場合、図33、図34に示すように波長の違いあるいは基板厚みの違いに伴う球面収差が発生する。

【0008】

このような課題は、DVD/CD互換型光ピックアップでも同様にあった。すなわち、波長($\lambda 2$): 660nm、NA($\lambda 2$): 0.65、基板厚($t 2$): 0.6mmのDVD系光記録媒体に無限系入射で球面収差の波面が最小となる単一の対物レンズを用いて、波長($\lambda 3$): 780nm、NA($\lambda 3$): 0.50、基板厚($t 3$): 1.2mmのCD系光記録媒体に無限系入射で集光させた場合、波長の違いと基板厚みの違いに伴う球面収差が発生する。

【0009】

このときの対応方法として、例えば、特許文献1、特許文献2に記載がある。すなわち、波長の異なる2つの半導体レーザーと、波長選択性の液晶素子とを有し、一方の半導体レーザーから出射された波長660nmの光を用いて厚さ0.6mmのDVD系光記録媒体に対して記録や再生を行い、他方の半導体レーザーから出射された波長780nmの光を用いて厚さ1.2mmのCD系光記録媒体に対して記録や再生を行うように構成し、波長選択性の液晶素子については、波長660nmの光に対しては位相分布を変化させず、他方の波長780nmの光に対しては位相分布を変化させて基板厚さの違いに伴う球面収差を補正するという手法を提案している。

【0010】

また、他の方法として、対物レンズに対し波長660nmのDVD側入射光が無限系、CD側入射光が有限系(いわゆる、発散光で入射する状態を意味する)とすることにより(図35参照)、DVD系光記録媒体とCD系光記録媒体の基板厚及び波長の差に起因する球面収差を補正する手段が一般に知られている。

【0011】

さて、以上のような従来例を用いて、青色系光記録媒体/DVD系光記録媒体の互換型光ピックアップを提案しているものとして非特許文献2に記載がある。この非特許文献2の記載には、青色系光記録媒体/DVD系光記録媒体/CD系光記録媒体の3種類の光記録媒体を1つの対物レンズで記録あるいは再生する方法が提案されている。波長405nm、650nm、780nmの異なる3つの半導体レーザーと、波長選択性の位相補正素子とを有し、波長405nm、無限系入射の光を用いて厚さ0.1mmの青色系光記録媒体に対して照射を行い、波長650nm、有限系入射の光を用いて厚さ0.6mmのDVD系光記録媒体に対して照射を行い、波長780nm、有限系入射の光を用いて厚さ1.2mmのCD系光記録媒体に対して照射を行う構成とし、波長選択位相板は波長405nm

の光に対しては位相分布を変化させずに、他方の波長 650 nm, 780 nm の光に対しては位相分布を変化させている。この構成では、基板厚さの違いに伴う球面収差を補正する方法として、波長選択性の位相補正素子と DVD/CD の 2 波長を有限系入射にするという 2 種類の波面補正手段を併用している。

【0012】

さらに、別の課題として、対物レンズの NA をより大きく、あるいは光源の波長をより短くして大容量化を図ると、光記録媒体の透明基板の厚み誤差によって発生する球面収差の影響が大きくなり、その影響を抑制する補正手段が必要となる。光記録媒体の透明基板の厚み誤差によって発生する球面収差は、一般的に (数 1) で与えられる。

【0013】

【数 1】

$$W_{40} = ((n^2 - 1) / (8n^3)) \times (d \times NA^4 / \lambda)$$

ここで、n は光記録媒体の透明基板の屈折率、d は透明基板の厚み、NA は対物レンズの開口数、λ は光源の波長を意味する。

【0014】

この (数 1) から、短波長、高 NA ほど収差が大きくなることがわかる。CD, DVD といった従来の光記録媒体への情報の書き込み、読み出しを行う光情報処理装置においては、この球面収差による波面劣化はとくに補正を必要としなかったが、非特許文献 1 の記載などに挙げられている青色波長の光源と NA 0.85 の対物レンズを用いたシステムでは光記録媒体の厚み誤差に伴う波面劣化は、例えば、0.07 λ 以上となり補正が要求される。

【0015】

さらに、近年、さらなる大容量化の方法として情報記録面を 2 層以上にする多層型光記録媒体が提案されているが、このような場合でも層間距離に伴う波面劣化が問題となることは言うまでもない。これらの補正手段としては、特許文献 3、特許文献 4、特許文献 5 に挙げられている複数のレンズ群の移動により対物レンズへ入射する光束の発散状態を変化させる手段、あるいは特許文献 6、特許文献 7 に挙げられている対物レンズへの入射光束の位相状態を変化させる手段が知られている。

【0016】

【特許文献 1】

特許第 2725653 号公報

【特許文献 2】

特開平 10-334504 号公報

【特許文献 3】

特開 2000-131603 号公報

【特許文献 4】

特開 2000-242963 号公報

【特許文献 5】

特開 2001-28147 号公報

【特許文献 6】

特開平 9-128785 号公報

【特許文献 7】

特開平 10-20263 号公報

【特許文献 8】

特開 2001-143303 号公報

【非特許文献 1】

ISOM2001 予稿集「Next Generation Optical Disc」Hiroshi Ogawa、p6~7

【非特許文献 2】

ISOM2001 予稿集「BLUE/DVD/CD COMPATIBLE OPTI

10

20

30

40

50

CAL HEAD WITH THREEWAVELENGTHS AND A WAVELENGTH SELECTIVE FILTER」Ryuichi Katayama and Yuichi Komatsu p 30 ~ 31

【非特許文献3】

山田英明、「レーザー&オプティクスガイドⅣ(2)」メレスグリオ社、第1版、1996.6発行 p 22-7~8

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

このように、今後の光ピックアップに要求される課題としては、高NA化あるいは短波長化に伴い発生する収差の補償、及び従来の光記録媒体との互換性が課題として挙げられる。前述のように、それぞれ対策案が開示されているが、別々に補正手段を設置する方法では、光ピックアップの大型化、高コスト化を招くことになる。そこで、各機能の集約、小型化が望まれる。

10

【0018】

また、非特許文献2の方法では、DVD系光記録媒体/CD系光記録媒体の互換時に十分な波面性能が得られない。一般に、回折限界の球面収差として、マーシャル・クライテリオン： $0.07\lambda_{rms}$ が基準値として用いられることがあるが、光ピックアップでは、光記録媒体の厚み誤差、光記録媒体のチルト誤差、光記録媒体と対物レンズ位置のずれに伴うデフォーカス誤差などをはじめとする様々な誤差要因が存在し、これらの誤差に伴う波面劣化の確立的な積上げを考えると、誤差を含まない状態での球面収差の波面(中央値)は $0.03\lambda_{rms}$ 以下であることが望まれるが、これに対して、非特許文献2では、DVD系光記録媒体の球面(中央値)は、約 $0.05\lambda_{rms}$ もある。一つの素子で、DVD系とCD系いずれの球面収差も最小とすることは不可能である。すなわち、DVD系とCD系の球面収差の波面が最小となる液晶素子条件の中間値を狙った設計を行わざるを得なくなり、結果、十分に球面収差を抑制することはできないという課題があった。

20

【0019】

本発明は、前記従来技術の問題を解決することに指向するものであり、その目的は、部品点数を増加させることなく、青色波長帯域： $400nm$ を用いる青色系光記録媒体、または赤色波長帯域： $660nm$ を用いるDVD系光記録媒体、または赤外波長帯域： $780nm$ を用いるCD系光記録媒体の3種類の情報記録面上に、一枚の対物レンズで良好なスポットを照射可能な構成を実現することにあり、特に、青色/DVD/CD系の各光学系で球面収差を十分に抑制し、具体的には設計中央値で残留球面収差 $0.030\lambda_{rms}$ 以下とする光ピックアップ及びこれを用いる光情報処理装置を提供することにある。

30

【0020】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明に係る請求項1に記載の光ピックアップは、光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行う光ピックアップであって、各々波長の異なる複数の光源と、光記録媒体に光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、電圧印加により通過光束に位相変化を与える液晶素子とを備え、液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置、及び付加位相量を各光源の点灯に応じて切り換える構成によって、複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光でき、最良の記録、再生を行うことができる。

40

【0021】

また、請求項2、3に記載の光ピックアップは、請求項1に記載の光ピックアップにおいて、複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： NA_1, NA_2, \dots, NA_i ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, \dots, i に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： r_1, r_2, \dots, r_i を有し、瞳半径位置が次の条件「 $r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_i$ 」を満足すること、または、対物レンズを、光記録媒体1において球面収差の波

50

面が最小となるように設計されたとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： $r_2, r_3 \dots r_i$ を有し、瞳半径位置が次の条件「 $r_2 \geq r_3 \geq \dots \geq r_i$ 」を満足する構成によって、単一の対物レンズにより複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光でき、最良の記録、再生を行うことができる。

【0022】

また、請求項4に記載の光ピックアップは、請求項1記載の光ピックアップにおいて、複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： $NA_1, NA_2, \dots NA_i$ ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, $\dots i$ に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、光記録媒体1, 2, $\dots i$ 上に発生する球面収差が最大となる瞳半径位置を $R_1, R_2, \dots R_g, R_h, \dots R_i$ ($R_1 \geq R_2 \geq \dots \geq R_g \geq R_h \dots \geq R_i$) としたとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： $r_1, r_2, \dots r_x, \dots r_j$ ($x < j < i$) を有し、瞳半径位置： r_x が次の条件「 $r_x = (R_g + R_h) / 2$ 」を満足する構成によって、想定される各球面収差が最大となる各瞳半径位置に対して、その中間の瞳半径位置で付加位相が最大となるように液晶素子を構成し、液晶素子の電極パターンを単純化できる。

【0023】

また、請求項5に記載の光ピックアップは、請求項1記載の光ピックアップにおいて、複数の光源における、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_i$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_i$) に対して、開口数： $NA_1, NA_2, \dots NA_i$ ($NA_1 \geq NA_2 \geq \dots \geq NA_a \geq NA_b \geq NA_c \dots \geq NA_i$) により光記録媒体1, 2, $\dots a, b, c, \dots i$ に記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行い、対物レンズが、光記録媒体bに対しては有限系により使用されるとき、液晶素子が、位相変化の最大となる瞳半径位置： $r_1, r_2, \dots r_a, r_c, \dots r_i$ を有し、瞳半径位置が次の条件「 $r_1 \geq r_2 \geq \dots r_a \geq r_c \dots \geq r_i$ 」を満足する構成によって、対物レンズを複数の光源の少なくともいずれか1に対して有限系で使用するときに、液晶素子が、有限系光路を除く光路に対して位相変化を与えて、液晶素子の電極パターンを単純化することができる。

【0024】

また、請求項6, 7に記載の光ピックアップは、光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行う光ピックアップであって、波長： $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) の光を出射する3つの光源と、光記録媒体に光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、開口数： NA_1, NA_2, NA_3 ($NA_1 \geq NA_2 \geq NA_3$) を切り換える開口制限手段と、電圧印加により通過光束に位相分布の変化を与える液晶素子とを備え、液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置 r_2, r_3 をもち、瞳半径位置 r_2 と瞳半径位置 r_3 は対向電極のそれぞれ異なる電極面にあり、瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に、瞳半径位置 r_3 は略開口数： NA_3 以内の領域に形成されてなる構成によって、また液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置 r_2, r_3 をもち、瞳半径位置 r_2 と瞳半径位置 r_3 は対向電極の同一電極面上にあり、瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に、瞳半径位置 r_3 は略開口数： NA_3 以内の領域に形成されてなる構成によって、波長の違いあるいは基板厚みの違いに伴い発生する球面収差とは逆極性の球面収差を発生させる液晶素子により、発生する球面収差を解決し、また球面収差とは逆極性の球面収差を同一電極面上で発生させ液晶素子を小型化し、複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

【0025】

さらに、請求項8に記載の光ピックアップは、請求項6, 7記載の光ピックアップにおいて、対物レンズを、3つの光源の波長： $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) のうち、波長： λ_2 の光源点灯時は有限系で使用する構成によって、液晶素子の λ_2 と λ_3 の位相補正領域を異ならせることができ、同一電極面上に形成すること、また液晶素子の位相補正量を低減して、収差補正時の駆動時間を短縮できる。

10

20

30

40

50

【0026】

また、請求項9に記載の光ピックアップは、光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去のうちいずれか1以上を行う光ピックアップであって、波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) の光を出射する3つの光源と、光記録媒体に光源からの出射光を集光させるための対物レンズと、開口数： NA_1 、 NA_2 、 NA_3 ($NA_1 \geq NA_2 \geq NA_3$) を切り換える開口制限手段と、電圧印加により通過光束に位相分布の変化を与える液晶素子とを備え、液晶素子が、通過光束の光軸中心に同心円状の位相変化を与えて、同心円状の位相変化が最大となる瞳半径位置 r_2 をもち、瞳半径位置 r_2 は略開口数： $NA_2 \sim NA_3$ の領域に形成されてなる構成によって、波長あるいは基板厚みの違いに伴い発生する球面収差とは逆極性の球面収差を同一電極面上で発生させ、複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

10

【0027】

さらに、請求項10に記載の光ピックアップは、請求項9に記載の光ピックアップにおいて、対物レンズを、3つの光源の波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$) のうち、波長： λ_2 及び波長： λ_3 の光源点灯時は有限系で使用する構成によって、液晶素子の位相補正量を低減して収差補正時の駆動時間を短縮でき、光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

【0028】

また、請求項11、12に記載の光ピックアップは、請求項1～10に記載の光ピックアップにおいて、光記録媒体を判別する光記録媒体判別手段を備え、光記録媒体判別手段からの信号に応じて、液晶素子の付加位相量、及び付加位相量が最大となる瞳半径位置を切り換えること、さらに、光記録媒体上に発生する球面収差を検出する球面収差検出手段を備え、球面収差検出手段からの信号に応じて、液晶素子の付加位相量を変化させる構成によって、各光記録媒体に応じて光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

20

【0029】

また、請求項13に記載の光ピックアップは、請求項7、9に記載の光ピックアップの液晶素子において、同心円状の位相付加面の対向電極面が、光軸中心に対称分割された $2n$ 領域 (n は整数) からなる構成によって、球面収差、コマ収差の収差補正を液晶素子の同一電極面上に形成することができ、光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

30

【0030】

さらに、請求項14、15に記載の光ピックアップは、請求項13に記載の光ピックアップにおいて、光記録媒体からの反射光の干渉パターンからコマ収差信号を生成する手段を備え、このコマ収差信号に基づいて、液晶素子の付加位相量を制御すること、対物レンズの略光軸中心からの位置ずれ量を検知する手段を備え、検知した位置ずれ量の信号に基づいて、液晶素子の付加位相量を制御する構成によって、液晶素子と対物レンズとの位置ずれを補正し光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光し、記録、再生を行うことができる。

【0031】

また、請求項16に記載の光ピックアップは、請求項1～15に記載の光ピックアップにおいて、複数の光記録媒体における少なくともいずれか1つは、情報記録層が多重形成された多層型光記録媒体であって、多層型光記録媒体の記録、再生を行う情報記録層の位置に応じて、液晶素子の付加位相量を変化させる構成によって、複数の光記録媒体に応じた光源からの出射光を最良の状態で集光して記録、再生を行うことができる。

40

【0032】

また、請求項17～19に記載の光ピックアップは、請求項1～16に記載の光ピックアップにおいて、光源の使用波長に応じて、光源からの出射光の開口数を切り換える開口制限手段を備え、開口制限手段が液晶素子と一体化されたこと、さらに、光源の使用波長に応じて、光源からの出射光の偏光状態を変化させる偏光素子を備え、偏光素子が液晶素子と

50

一体化されたこと、さらに、液晶素子が、対物レンズと一体で可動する構成によって、光ピックアップの構成を各機能の集約、小型化でき複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態で集光して記録、再生を行うことができる。

【0033】

また、請求項20記載の光情報処理装置は、請求項1～19のいずれか1項記載の光ピックアップを用いて、複数の光記録媒体に光源からの出射光を最良の状態に集光して、光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去の少なくとも1以上を行うことができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明における実施の形態を詳細に説明する。

10

【0035】

図1は本発明の実施の形態1における「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系光記録媒体」と、「使用波長660nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmのDVD系光記録媒体」と、「使用波長780nm、NA0.50、光照射側基板厚1.2mmのCD系光記録媒体」とともに記録、再生、または消去できる光ピックアップの概略構成を示す図である。

【0036】

図1に示すように光ピックアップの要部は、波長400nmの半導体レーザー101、コリメートレンズ102、偏光ビームスプリッタ103、ダイクロイックプリズム203、303、プリズム104、液晶素子105、波長板106、開口制限素子107、対物レンズ108、検出レンズ110、光束分割手段111、受光素子112より構成される波長400nmの光が通過する青色光学系が構成されている。

20

【0037】

また、ホログラムユニット201、カップリングレンズ202、ダイクロイックプリズム203、303、プリズム104、液晶素子105、波長板106、開口制限素子107、対物レンズ108から構成される波長660nmの光が通過するDVD光学系が構成されている。

【0038】

さらに、ホログラムユニット301、カップリングレンズ302、ダイクロイックプリズム303、プリズム104、液晶素子105、波長板106、開口制限素子107、対物レンズ108から構成される波長780nmの光が通過するCD光学系から構成されている。すなわち、ダイクロイックプリズム203、303、プリズム104、液晶素子105、波長板106、開口制限素子107、対物レンズ108は2ないし3つの光学系に用いられる共通部品である。

30

【0039】

ここで、本実施の形態1において、対物レンズ108は、「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系光記録媒体」に対し、無限系入射において球面収差の波面が最小になるように設計されている。

【0040】

また、光記録媒体109a、109b及び109cはそれぞれ基板厚さ、使用波長が異なる光記録媒体で、光記録媒体109aは基板厚さが0.6mmの青色系光記録媒体で、光記録媒体109bは基板厚さが0.6mmのDVD系光記録媒体で、光記録媒体109cは基板厚さが1.2mmのCD系光記録媒体である。記録、あるいは再生時にはいずれかの光記録媒体のみが図示しない回転機構にセットされて高速回転される。

40

【0041】

さらに、本実施の形態1では、青色系光記録媒体は情報記録面を2層有する2層型光記録媒体にも対応可能な光ピックアップの形態についても説明する。2層型光記録媒体は、基板厚0.6mmの透明基板を介して1層目の情報記録面をもち、この1層目の情報記録面のさらに奥側に2層目の情報記録面をもつ。1層目と2層目の間にはスペーサ層と呼ばれる層が形成されていて、その厚みは30μm程度である。

50

【0042】

また、本実施の形態1において、対物レンズ108は、「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系光記録媒体の1層目」に対し、無限系入射において球面収差の波面が最小になるように設計されている。

【0043】

以上のように構成される光ピックアップの動作について、まず、「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系光記録媒体」を記録、再生、または消去する場合について説明する。波長400nmの半導体レーザー101から出射した直線偏光の発散光は、コリメートレンズ102で略平行光とされ、偏光ビームスプリッタ103、ダイクロイックプリズム203、303を透過し、プリズム104で光路を90度偏向され、液晶素子105を透過し、波長板106を通過し円偏光とされ、開口制限素子107でNA0.65に制限され、対物レンズ108に入射し、光記録媒体109a上に微小スポットとして集光される。このスポットにより、情報の再生、記録あるいは消去が行われる。

【0044】

また、光記録媒体109aから反射した光は、往路とは反対回りの円偏光となり、再び略平行光とされ、波長板106を通過して往路と直交した直線偏光になり、偏光ビームスプリッタ103で反射され、検出レンズ110で収束光とされ、光束分割手段111により複数の光路に偏向分割され受光素子112に至る。受光素子112からは、収差信号、情報信号、サーボ信号が検出される。

【0045】

次に、「使用波長660nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmのDVD系光記録媒体」を記録、再生、または消去する場合について説明する。近年、DVDのピックアップには受発光素子を1つのキャンの中に設置し、ホログラムを用いて光束の分離を行うホログラムユニットが一般的に用いられるようになってきた。図2に、半導体レーザー201a、ホログラム201b及び受光素子201cを一体化して構成されたホログラムユニット201を示す。

【0046】

このホログラムユニット201の半導体レーザー201aから出射された660nmの光は、ホログラム201bを透過し、カップリングレンズ202で所定の発散状ビームに変換され、波長400nmの光は透過し波長660nmの光は反射させるダイクロイックプリズム203によってプリズム104の方向に反射され、プリズム104によって光路が90度偏向され、液晶素子105において所定の位相が付加され、波長板106を通過し円偏光あるいは楕円偏光とされ、開口制限素子107では何ら作用を受けず、対物レンズ108に入射し、光記録媒体109b上に微小スポットとして集光される。このスポットにより、情報の再生、記録あるいは消去が行われる。

【0047】

光記録媒体109bから反射した光は、プリズム104で偏向され、ダイクロイックプリズム203で反射され、カップリングレンズ202で収束光とされ、図2に示すようにホログラム201bにより半導体レーザー201aと同一キャン内にある受光素子201c方向に回折されて受光素子201cに受光される。受光素子201cからは、収差信号、情報信号、サーボ信号が検出される。

【0048】

引き続き、「使用波長780nm、NA0.50、光照射側基板厚1.2mmのCD系光記録媒体」を記録、再生、または消去する場合について説明する。DVD系同様にCD系のピックアップも受発光素子を1つのキャンの中に設置した、ホログラムを用いて光束の分離を行うホログラムユニットが一般的に用いられる。図1に示すように、301は、半導体レーザー301a、ホログラム301b及び受光素子301cを一体化して構成されたホログラムユニットを示す。

【0049】

このホログラムユニット301の半導体レーザー301aから出射された780nmの光は、ホログラム301bを透過し、カップリングレンズ302で所定の発散状ビームに変換され、青色と赤色波長帯域の光は透過し赤外波長帯域の光は反射させるダイクロイックプリズム303によってプリズム104の方向に反射され、プリズム104によって光路が90度偏向され、液晶素子105では何ら作用を受けず透過し、波長板106を通過し楕円偏光あるいは円偏光とされ、開口制限素子107でNA0.50に制限され、対物レンズ108に入射し、光記録媒体109c上に微小スポットとして集光される。このスポットにより、情報の再生、記録あるいは消去が行われる。

【0050】

光記録媒体109cから反射した光は、プリズム104で偏向され、ダイクロイックプリズム303で反射され、カップリングレンズ302で収束光とされ、受光素子301c方向に回折されて受光素子301cに受光される。受光素子301cからは、収差信号、情報信号、サーボ信号が検出される。

【0051】

図3は本実施の形態1の光ピックアップにおける液晶素子の概略構成を示す断面図であり、図4(a)、(b)は液晶素子の電極パターンの例を示す図である。以下に、図3、図4(a)、(b)を用いて構成、動作原理を説明する。

【0052】

図3に示す本実施の形態1の液晶素子は、特許文献8に記載されている公知の構成であり、ガラス基板1a、1bが、導電性スペーサ2により接着され液晶セルを形成している。ガラス基板1aの内側表面には、内側表面から電極4a、絶縁膜5、配向膜6の順に、またガラス基板1bの内側表面には、内側表面から電極4b、絶縁膜5、配向膜6の順に被膜されている。

【0053】

電極4aは電極引出部7で接続線によって制御回路と接続できるようパターン配線されている。また電極4bは導電性スペーサ2によりガラス基板1a上に形成された電極4aと電氣的に接続されている。したがって、電極4bは電極引出部7で接続線によって位相補正素子制御回路と接続できる。液晶セル内部には液晶3が充填されている。

【0054】

前述した液晶素子を構成し液晶層を挟持する基板上の電極に形成される電極は、特許文献8の段落番号[0026]～[0036]で開示されているような一様電極内に給電部が設けられた電圧降下型の方法、あるいは特許文献6で開示されているセグメント型の構成を用いればよい。本実施の形態1では、電極パターンが光軸中心に同心円状に形成されており、前者の方法を用いたときの電極パターンの概念図を図4(a)に、後者の方法を用いたときの電極パターンの概念図を図4(b)に示す。

【0055】

また、本実施の形態1の光ピックアップでは、回転機構にセットされる光記録媒体に応じて、NA(開口数)を切り換える必要がある。対物レンズの焦点距離をf、集光に利用される光束の有効径をφとしたとき、NAは(数2)で与えられる。

【0056】

【数2】

$$NA = \phi / 2 / f$$

よって、使用波長に応じて、通過光束径を切り換える手段を用いればよい。点灯光源に応じて、光束径を切り換える手段として、開口制限素子105(図1参照)を用いている。開口制限素子は、波長帯域あるいは偏光方向に応じて、反射、回折、吸収のいずれかの光学特性を利用して光束径の切り換えを行うものであればよい。

【0057】

すなわち、波長400nmで最良の波面を有する対物レンズに、同一光束径の波長660nmの光を無限系入射させた場合、屈折力が低下し、NAが低くなる。そのため、本発明では波長660nmについては、波長400nmでの入射光束径φ1に比べ、僅かに大き

10

20

30

40

50

めの光束径 $\phi 2$ で入射させる。図5(a)は、後述する(表1)の特性を有する対物レンズにおいて、NA0.65となる有効径と波長の関係を示すものである。

【0058】

この図5(a)から、波長660nmを使用するDVD系光記録媒体の記録、再生時には光束径 $\phi 2$ を4.02mm程度にする必要があることがわかる。また、光束径 $\phi 1$ と $\phi 2$ の関係は、対物レンズの硝種によっても異なる。図5(b)は図5(a)の対物レンズと同じ $\phi 1$ 、焦点距離、NAの対物レンズで、硝種を変化させたときの、 $\phi 2/\phi 1$ と、使用硝種のd線での屈折率ndの関係を示したものであり、対物レンズの硝種に応じて適当な $\phi 2$ を選択してやればよい。

【0059】

一方、CD系光記録媒体を記録、再生するときの最適なNAは0.50程度であるが、図5(a)と同様の方法により、最適な有効径 $\phi 3$ を見積もると、 $\phi 3:3.2$ mm程度とすればよいことがわかる。

【0060】

例えば、本実施の形態1における点灯光源に応じて光束径を切り換える手段である反射特性を利用した開口制限素子として、光源から出射される光束の波長に応じ、図6(a)に示すように反射によって光束径を切り換える手段を用いればよく、また、回折特性を利用した開口制限素子として、光源から出射される光束の波長に応じ、図6(b)に示すように回折によって光束径を切り換える手段でもよく、さらに、吸収特性を利用した開口制限素子として、光源から出射される光束の波長に応じ、図6(c)のように吸収によって光束径を切り換える手段でもよい。

【0061】

さらに、本実施の形態1では波長400nmの光を直線偏光から円偏光、あるいは円偏光から直線偏光に変換できるとともに、波長660nmと波長780nmの光については直線偏光から円偏光もしくは楕円偏光、あるいはその逆の変換が行える波長板を備えている。この波長板は、波長400nmの光と波長660nmの光と波長780nmの光をともに直線偏光から円偏光、あるいは円偏光から直線偏光に変換できる。いわゆる波長板の構成としては、ある厚さtにおいて常光線(屈折率 n_o)と異常光線(屈折率 n_e)の位相差が波長400nmと波長660nmと波長780nmの $1/4$ となるような結晶からなる波長板を採用すればよい。すなわち以下の(数3)、(数4)、(数5)の条件を満たす結晶であればよい。

【0062】

【数3】

$$\Delta n_1 \times t = \{(2p+1)/4\} \times 400 \quad (p=0, 1, \dots)$$

Δn_1 ; 波長400nmの光源からの光に対する($n_o - n_e$)

【0063】

【数4】

$$\Delta n_2 \times t = \{(2q+1)/4\} \times 660 \quad (q=0, 1, \dots)$$

Δn_2 ; 波長660nmの光源からの光に対する($n_o - n_e$)

【0064】

【数5】

$$\Delta n_3 \times t = \{(2r+1)/4\} \times 780 \quad (r=0, 1, \dots)$$

Δn_3 ; 波長780nmの光源からの光に対する($n_o - n_e$)

例えば、DVD光学系の光路中に配置されてなるホログラム201b(図1参照)として、無偏光性のホログラムを用いた場合、往路と復路の光路分離は十分に行なえず、およそ光記録媒体からの戻り光の約30%が、光源に戻ってきてしまう。一般にこのような戻り光は、ノイズ成分として半導体レーザーの発振状態を不安定化させてしまう。

【0065】

しかしながら、本実施の形態1は、前述のような特性をもつ波長板を配置することにより、例えば、図1のDVD光学系のホログラムユニット201の出射光と光記録媒体からホ

10

20

30

40

50

ログラムユニット201へ向かう光の偏光方向を直交させることができる。このように往路の光と復路の光の偏光方向を直交させることにより半導体レーザー201aへの戻り光によるノイズ発生を防止できる。

【0066】

また、このような特性をもつ波長板を配置することにより、例えば、図1の青色系光記録媒体に対しては偏光ビームスプリッタ103と波長板106が、組み合わされた偏光分離光学系が実現されており、十分な光量を得られるとともに、半導体レーザー101への戻り光によるノイズ発生も低減可能としている。同様に、DVD光学系の光路に対しても、ホログラムとして偏光選択性のホログラムを使用することにより偏光分離光学系が実現可能である。

10

【0067】

具体的には、波長400nmの光と波長660nmの光とともに直線偏光から円偏光、あるいは円偏光から直線偏光に変換し、波長780nmの光については楕円偏光に変換する波長板の構成としては、(数3)、(数4)の条件を満足すればよい。

【0068】

さらに、波長400nmの光を直線偏光から円偏光、あるいは円偏光から直線偏光に変換し、波長660nmと波長780nmの光については楕円偏光に変換する波長板の構成としては、(数3)の条件を満足すればよい。

【0069】

なお、波長板は(数3)、(数4)、(数5)を満足する結晶に限られない。例えば、有機材料の位相差素子を積層配置させたものをガラス板で挟み込んだ構成であってもよい。あるいは、液晶素子などの電気光学素子を用いてもよい。

20

【0070】

また、図1において、光束分割手段111と受光素子112の組み合わせにより「球面収差検出手段」を構成し、液晶素子106が「球面収差補正手段」に相当する。前述のとおり、光記録媒体の厚み誤差が存在すると記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。このように発生した収差は戻り光束の波面を歪ませることになり、検出レンズ110を介して受光素子112に向かう光束にも収差が発生する。図7はこの状態を示している。

【0071】

検出レンズ110を通過する戻り光束に球面収差が発生しているときには、戻り光束の基準波面に対して、光軸中心に同心円状に「波面の遅れ」があり、基準波面を集光したときの集光点に対し遅れた波面が集光する位置はデフォーカスとなる。そこで、遅れた波面と進んだ波面の差を取り出してフォーカス状態を検出することで「球面収差の波面の発生状況」を知ることができる。

30

【0072】

例えば、図8に示すように、光束分割手段111としてホログラムを配置し、分割された各々の光束を検知できるように受光領域が分割された受光素子112を準備すればよい。光束分割手段111は、光軸直交面内でジッタ方向に対称分割された半分の領域を同心円に内側、外側の2領域に分割されたホログラムとする。受光素子112は、ホログラムで回折された各々の光束を検知する2分割の受光素子とする。そして、ホログラム回折光の光点像の移動量を検知して、各受光素子で生成される差分($S_a - S_b$)、($S_c - S_d$)の差分: $W1$ (数6) が球面収差信号に相当する。

40

【0073】

【数6】

$$W1 = (S_a - S_b - S_c + S_d)$$

$W1 = 0$ で収差がないことを意味する。

【0074】

また、液晶素子105は、図4(a)、(b)に示すような給電部11あるいは分割電極15に所定の電圧を印加して、液晶の屈折率: n を n_1 から n_2 まで、同心円状に自在に

50

変えることを可能としている。屈折率： n を変化させると、各領域を通過する光束に光路差： $\Delta n \cdot d$ (Δn は屈折率変化分、 d は液晶のセル厚)、すなわち、波長を λ として、位相差： $\Delta n \cdot d (2\pi/\lambda)$ を与えることができる。

【0075】

検出された基板厚誤差に起因して発生する球面収差が、例えば、図9の如きものであったとする。この球面収差の波面を2次元曲線として示したのが図10(a)、図11(a)の上側部分の実線である。図4(a)の電極を用いた場合、このような球面収差に対し、対物レンズに光源側から入射する光束に、図10(a)の下側部分の破線に示すような位相差が与えられるように、液晶素子の各同心円帯給電部11に印加する電圧を調整すると、液晶素子を透過する光束の各部での波面の遅れにより前記「球面収差の波面」を打ち消すことができる。

【0076】

また、図4(b)の分割電極を用いた場合、このような球面収差に対し、対物レンズに光源側から入射する光束に、図11(a)の下側部分の破線に示すような位相差が与えられるように、液晶素子の各分割電極に印加する電圧を調整すると、液晶素子を透過する光束の各部での波面の遅れにより前記「球面収差の波面」を打ち消すことができる。図10(b)は、図10(a)における実線(球面収差の波面)と破線(液晶素子による波面の遅れ)の和、すなわち補正後の球面収差の波面を示す。もとの球面収差の波面(図10(a)の上側部分の実線)よりも格段に小さくなる。図11(b)は、図11(a)における実線(球面収差の波面)と破線(液晶素子による波面の遅れ)の和、すなわち補正後の球面収差の波面を示す。もとの球面収差の波面(図11(a)の上側部分の実線)よりも格段に小さくなる。

【0077】

また、本実施の形態1では、青色系光記録媒体、DVD系光記録媒体、CD系光記録媒体の記録、再生も行うことから、青色系光記録媒体とDVD系光記録媒体とCD系光記録媒体を判別する手段としては、いわゆるDVD/CDの2世代互換型の情報記録再生装置(コンボドライブなどと呼ばれている)において用いられている手法を用いればよい。すなわち、光記録媒体の挿入時に、青色、赤色のいずれかの光源を点灯させてフォーカスサーチさせたときの戻り光量レベルなどにより判別する構成などを用いればよい。

【0078】

前述したように、DVDの記録再生時に、この光源からの光束を対物レンズに入射させると、波長や基板厚みの違いに伴う球面収差が発生し、記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。この発生する球面収差を打ち消す逆極性の球面収差量を、光記録媒体ごとに予め記憶させておき、光記録媒体判別手段から検知された光記録媒体の種類に応じて、この逆極性の球面収差を与えるようにすればよい。

【0079】

いま、図1に示す光ピックアップにおいて、波長400nmで球面収差の波面が最小となる単一の対物レンズ108に、波長660nmの光を無限系で入射させてDVD系光記録媒体109bにスポット形成させた場合、あるいは波長780nmの光を無限系で入射させてCD系光記録媒体109cにスポット形成させた場合、図12、図13に示すような、波長の違いあるいは基板厚みの違いに伴う球面収差が発生する。

【0080】

図12、図13のように発生する球面収差と逆極性の球面収差を発生させるために、図1に示す液晶素子105を備えてなる。また、図14に示すように発生する青色系光記録媒体109aとして2層の光記録媒体の記録再生時に発生する球面収差と逆極性の球面収差も発生させる。

【0081】

そこで、以下の球面収差と逆極性の球面収差を与えるため、

▲1▼DVD互換時に、使用波長の違いに伴い発生する球面収差

▲2▼CD互換時に、使用波長及び基板厚の違いに伴い発生する球面収差

▲ 3 ▼ 青色系光記録媒体として、2層光記録媒体の層間距離の違いに伴い発生する球面収差

のそれぞれにおいて、前述した同様の手法により、光記録媒体の判別を行うことができる。そして、この光記録媒体の光記録媒体判別信号に応じて、所定の位相形状（各瞳半径位置での付加位相量）を与えるように予め記憶されている。また、2層の青色系光記録媒体では、記録再生する情報層位置に応じて所定の位相形状を与える。

【0082】

前記の2つの異なる球面収差を補正するための液晶素子の電極構成としては、例えば、図15のようにすればよい。すなわち、連続した透明電極10a、10bを1対となし、透明電極10a、10bのそれぞれにメタル電極12a～14a、12b～14bを形成してなる。メタル電極はメタル配線によりそれぞれ外部の信号源に接続されており、外部信号により各々任意の電圧を供給できる。そして、本実施の形態1では、メタル電極13aとしてDVD色系光記録媒体（及び、2層型青色系光記録媒体においては2層目）を記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成し、メタル電極13bとしてCD系光記録媒体の記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成している。

【0083】

具体的には、図17に概観図、（表1）に形状データが示される対物レンズを用いた場合、青色、DVD、CD各光路の対物レンズの入射ビーム径は $\phi: 3.9\text{mm}$ 、 $\phi: 4.02\text{mm}$ 、 $\phi: 3.2\text{mm}$ であり、液晶素子の光束通過径は、DVD系光路と略同等の $\phi: 4.02\text{mm}$ で作製される（実際には $0.1\sim 0.2\text{mm}$ のマージンをもたせる）。このときメタル電極13aの瞳半径位置は $1.2\text{mm}\sim 1.6\text{mm}$ 、メタル電極13bの瞳半径位置は $1.0\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ とすればよい（図12、図13、図14に相当する）。

【0084】

【表1】

面	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	n(屈折率):400nm
OBJ	INFINITY	INFINITY	
STO	INFINITY	0.0	
S1	1.98113	1.700000	1.604949
S2	K: 29.741231 A :0.136479E-01 B :-0.371045E-02 C :0.613863E-03 D :-0.404300E-04		
	-14.62096	1.659252	
S3	K: -0.673789 A :0.351168E-02 B :0.194193E-03 C :0.365786E-04 D :-0.204776E-04		
	INFINITY	0.6	1.620200
S4	INFINITY	0.0	
IMG	INFINITY	0.0	
EPD:入射径径(mm)		3.9	
WL:波長(nm)		400	

【0085】

本実施の形態1では、大きく3種類の球面収差、すなわち、

▲ 1 ▼ DVD互換時に、使用波長の違いに伴い発生する球面収差

▲ 2 ▼ CD互換時に、使用波長及び基板厚の違いに伴い発生する球面収差

▲ 3 ▼ 青色系光記録媒体として、2層光記録媒体の層間距離の違いに伴い発生する球面収差

を補正するが、図12、図14を見れば明らかとなっており、▲ 1 ▼と▲ 3 ▼で球面収差が最大となる位置は略一致しているため、2種類のピーク位置を出すような電極パターン13a、13bを用いればよい（図15参照）。これは、青色系光路をDVD系と同様のNA、基板厚で構成したためである。

【0086】

そして、このような電極パターンを有する液晶素子に対して、例えば、前記のような光記録媒体判別手段でDVD系光記録媒体が挿入されたことが認識されると、付加位相量が最大となる位置がメタル電極13aとなるように予め記憶された印加電圧が各電極に加えられ、CD系光記録媒体が挿入されたことが認識されると、付加位相量が最大となる位置がメタル電極13bとなるように予め記憶された印加電圧が各電極に加えられる。また、青色系光記録媒体であることが認識されると、2層型青色系光記録媒体の場合に1層目の記録再生時には、液晶素子は何ら作用せず、フォーカスジャンプして2層目で記録再生を開始すると、付加位相量が最大となる位置がメタル電極13aとなるように予め記憶された印加電圧が各電極に加えられる。

【0087】

なお、液晶素子の電極構成は図15に限られるものではない。図16に示すような連続した1枚の透明電極20（図15の透明電極10a、10bを1対とした）にメタル電極22～25を形成してなり、DVD系用の光源点灯時に有限系光路として構成し、かつメタル電極23としてDVD系光記録媒体を記録再生時に付加位相量が最大となる瞳半径位置に形成し、メタル電極24としてCD系光記録媒体の記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成してもよい。

【0088】

また、図18に示すような透明電極20（図15の透明電極10a、10bを1対とした）に、分割電極として、外縁部から中心部へ分割電極領域26が形成され、さらに分割電極領域26より内周に分割電極領域27、28が形成されてなる（ $1 < \text{分割電極領域} 28 < \text{分割電極領域} 27 < \text{分割電極領域} 26$ ）。分割電極領域27として2層型青色系光記録媒体の2層目、あるいはDVD系光記録媒体を記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成し、分割電極領域28としてCD系光記録媒体の記録再生しようとしたときに発生する球面収差が最大となる瞳半径位置に形成してもよい。

【0089】

さらに、本実施の形態1は図19（a）に示すように、複合素子として開口制限素子107、液晶素子105、波長板106を一体形成してもよい。これにより、組付工程の簡素化が図れる。また、図19（b）に示すような別の複合素子の構成、すなわち、液晶素子105、波長板106の順に一体形成され、液晶素子表面もしくは波長板表面に開口制限素子107が形成されていてもよい。このように、部品の単一化や、アクチュエータへの搭載など、さらに素子の薄型化、重量の低減が可能となる。

【0090】

また、本実施の形態1の光ピックアップにおいて、液晶素子の別の電極パターンとして、例えば、図15に示すような異なる瞳半径位置で球面収差が最大となるように複数の給電部を設けたのに対し、図12、図13、図14に示すような異なるピーク位置に発生する球面収差の略中心位置（図20中の矢印C）に常にピーク位置が発生するように電極が構成されてもよい。そして、光記録媒体判別信号、球面収差信号応じて所定の位相量を付加する構成、また光記録媒体判別信号により、1層目/2層目の記録再生層の切り換えに応じて所定の位相量を付加する構成であってもよい。この構成により、電極パターンを単純化することができる。

【0091】

また、DVD系光路を有限系とすることは、対物レンズへの入射光束を発散状態あるいは収束状態とすることを意味する。一般に対物レンズへの入射光束の発散状態を変化させることは、球面収差を変化させることと等価であるため、球面収差を低減可能な発散状態を選べばよい。このような有限系の手法によりDVD系光路の球面収差が抑制でき（図35参照）、実施の形態1において、DVD系光路を有限系で構成した場合は、青色系光記録媒体の基板厚誤差に伴い発生する球面収差のみを抑制するように液晶素子の電極パターンを構成してやればよく、液晶素子の位相付加領域としては、外周部のDVD系のNA:0.65～CD系のNA:0.50の範囲に特化すればよい。そして、CD系光路において、液晶素子による位相補正効果を用いて収差補正を行うため、CD系のNA:0.50以

10

20

30

40

50

下の範囲に収差補正領域を形成した。

【0092】

次に、図21は本実施の形態2における別の構成の光ピックアップであり、前述の実施の形態1で説明した光ピックアップの構成と同じく、「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系（大容量）光記録媒体」と、「使用波長660nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmのDVD系光記録媒体」と、「使用波長780nm、NA0.50、光照射側基板厚1.2mmのCD系光記録媒体」をともに記録、再生、または消去できる光ピックアップの概略構成を示す図である。実施の形態1と異なる点は、青色系光路も光源と受光素子と光路分離手段を単一パッケージに収めたホログラムユニット401を使用している点である。これにより、光学系の小型化、組付の簡素化が図れる。

10

【0093】

同様に、図22(a)は本実施の形態1におけるもう一つ別の光ピックアップの概略構成を示す図である。前述した実施の形態1の光ピックアップと同じく、「使用波長400nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmの青色系（大容量）光記録媒体」と「使用波長660nm、NA0.65、光照射側基板厚0.6mmのDVD系光記録媒体」と「使用波長780nm、NA0.50、光照射側基板厚1.2mmのCD系光記録媒体」をともに記録、再生、または消去できる光ピックアップである。そして、実施の形態1と異なる点は、DVD/CDの光源、受光素子、光路分離手段を単一パッケージに集約した点である。これにより、3波長光学系を小さな光ピックアップで実現したものである。なお、ホログラム301bとしては、図22(b)に示すようにDVD用のホログラム面をもつ層とCD用のホログラム面をもつ層を備えた構成を用いればよい。

20

【0094】

また、本発明の実施の形態2として、以下に説明する光ピックアップの構成としてもよい。そして、本実施の形態2の光ピックアップは、前述の実施の形態1で説明した光ピックアップと構成の異なる点は、CD系光路においても有限系で構成した点である。CD系光路において、有限系とすることにより、波面の収差を十分に抑制することができる。このためCD系光路の球面収差が抑制できることから、同光路では液晶素子を作用させずに済むことになる。すなわち、実施の形態1の構成に対して、液晶素子に形成するCD系光路用の電極パターンを減らすことが可能となる。

30

【0095】

また、本発明の実施の形態3として、前述の各実施の形態に用いる液晶素子においては、対物レンズの中心軸が光軸に一致しているときに、最適な収差補正ができるようなパターンが設計されている。したがって、光記録媒体のトラッキングサーボにより対物レンズがラジアル方向（光記録媒体の半径方向）に移動するずれが生じると、補正を必要とする収差分布と液晶素子に形成された補正パターンとの間に位置ずれが生じ、収差補正の機能が劣化する。図23(a)、(b)、(c)を用いて簡易的に説明する。DVDやCD互換時に発生する球面収差の波面が、図23(a)の上側部分であるときに、対物レンズに光源側から入射する光束に、図23(a)の下側部分に示すような位相差を与え、不要な収差の波面を打ち消すことができることは前述のとおりである。ここで、図23(b)のように液晶素子と、対物レンズの間に位置ずれが生じた場合、図23(c)に示すような不要な収差の波面が発生する。

40

【0096】

この対物レンズシフトに基づく、収差補正の機能劣化を改善するためには液晶素子を可動部（アクチュエータ）に搭載し、対物レンズと一体に駆動させる方法がある。しかしながら、この方法とした構成の液晶素子では重量増加、信号引出線の配線本数増加などの観点から、対物レンズアクチュエータの外部に設置することが望まれる。

【0097】

ここで、図23(c)に示す不要な収差形状に着目すると、光軸反対称な3次関数状の形状を示していることがわかる。この形状は、例えば、非特許文献3で説明されているコマ

50

収差と同等の形状を示すものである。本実施の形態3は、コマ収差補正手段として液晶素子の電極パターンを、後述のとおり工夫することにより、DVD、CD互換時に発生する不要収差を補正可能とする。

【0098】

前述したように、光軸対称に波面形状を補正する液晶素子と、対物レンズとの相対位置ずれは、不要なコマ収差を発生させる。本実施の形態3は、検出レンズ110と受光素子112（図1参照）を主として形成されるコマ収差検出光学系を備えることにより、このような不要なコマ収差を検知することができる。

【0099】

図24(a)に示すような光記録媒体109には案内溝が形成されている。この案内溝からの反射光には、直接の反射光である0次光と、回折された±1次回折光とが含まれ、これらの光が干渉し合っている。図24(b)は、受光手段の受光面で受光される0次光（直進光）と±1次回折光とを、受光素子112の受光面の上から見た図である。0次光（直進光）と±1次回折光とは、重なる部分があり、この重なる部分を干渉領域と呼ぶ。

【0100】

この干渉領域が、コマ収差に伴いどのように変化するかを、図25を用いて説明する。図25は、球面収差を抑制している液晶素子に対し、対物レンズ108がシフト移動していくことにより、干渉領域がどのように変化するかを示している。対物レンズ108のシフトに伴い図の左右で光量に偏りが生じる。これは、対物レンズ108と液晶素子105の相対位置ずれにより、光記録媒体109上に投影されるスポットにコマ収差が発生するためである。この偏りは、一方の干渉領域と、もう一方の干渉領域とで、逆方向に生じる。図25では、位置ずれが大きくなるほど図中右側の領域が強くなり、左側の領域が徐々に弱くなっていくのがわかる。

【0101】

本実施の形態3では、図26のような6つの領域に分割された受光素子112と、演算手段113により、このコマ収差を検知する。すなわち、受光素子112の受光面は、光記録媒体109の半径方向（ラジアル方向）に2領域を有し、この2領域は光記録媒体109の回転方向（タンジェンシャル方向）にそれぞれ3分割されている。光記録媒体109の半径方向（ラジアル方向）の2領域のうちの一方に含まれる3つの領域を回転方向順にa領域112a、b領域112b、c領域112cとする。そして、a領域112a、b領域112b、c領域112cから出力される光量信号を、それぞれA、B、Cとする。光記録媒体109のラジアル方向2領域のうち、もう一方に含まれる3つの領域をd領域112d、e領域112e、f領域112fとする。そして、d領域112d、e領域112e、f領域112fから出力される光量信号を、それぞれD、E、Fとする。演算手段113は、加算手段及び減算手段から構成されている。

【0102】

受光素子112の各領域から出力された光量信号は、演算手段113に入力され、所定の演算が行われ、この演算結果が、光記録媒体の半径方向（ラジアル方向）のコマ収差を示す信号：COMAが演算手段113から出力される。演算手段113による演算を式で表すと、（数7）となる。

【0103】

【数7】

$$COMA = (A + C + E) - (B + D + F)$$

対物レンズ108と、液晶素子105の相対位置ずれに伴う干渉領域の変化を、（数7）の演算手段113を用いて演算した結果を図27に示す。図27の横軸は対物レンズ108と液晶素子105の相対位置ずれ量、縦軸は出力信号A～Fの和信号で規格化したコマ収差信号である。

【0104】

また、本実施の形態3では、コマ収差を検出して液晶素子105を駆動する方法の代わりに、対物レンズ108あるいは対物レンズアクチュエータと液晶素子105との相対位置

10

20

30

40

50

ずれ量を直接検知して、液晶素子105の制御を行ってもよい。位置ずれ量の検知は、よく知られたPSD (Position Sensor Device) をピックアップ固定光学系上に配置して、対物レンズとPSD間の距離を検出すればよい。そして、検知された位置ずれ量は、予め記憶されているテーブル (表記せず) に基づきコマ収差量に変換される。そして、そのコマ収差量に応じて、液晶素子105は駆動制御される。

【0105】

コマ収差補正手段は、図28に示すように所定の電極パターンを有する液晶素子105のDVD/CD互換用パターン (図4(a), (b) 参照) に対向して配置する。液晶素子105は、図28に示すように、少なくとも一方の透明電極が左右対称に分割され、各電極部分 (と共通電極との間) に独立して電圧を印加できるようになっており、前記電圧を制御することにより、各電極部分の液晶の屈折率: n を n_1 から n_2 まで自在に変えることができる。屈折率: n を変化させると、各領域を通過する光線に光路差: $\Delta n \cdot d$ (Δn は屈折率変化分、 d は液晶のセル厚)、すなわち、波長を λ として、位相差 $\Delta n \cdot d (2\pi/\lambda)$ を与えることができる。

【0106】

例えば、図29の如きコマ収差が発生したとする。この波面収差を3次元曲線として示したのが図30(a)の上の部分である。このようなコマ収差の波面に対し、対物レンズ108に光源側から入射する光束に、図30(a)の下側部分に示すような位相差を与えられるように、図28に示す液晶素子105の各電極に印加する電圧を調整すると、液晶素子105を透過する光束の各部での波面の遅れにより前記「収差の波面」を打ち消すことができる。図30(b)は、図30(a)における実線 (コマ収差の波面) と破線 (液晶素子による波面の遅れ) の和、すなわち補正後の波面を示す。もとの波面 (図30(a)の実線の部分) よりも格段に小さくなる。

【0107】

特に、このようなコマ収差補正用電極面は図16, 図18に示したような片側にのみ球面収差補正用電極パターンを有する液晶素子の対向電極面に形成すればよい。

【0108】

図31は本発明の実施の形態4における光情報処理装置である情報記録再生装置の概略構成を示す透過斜視図である。

【0109】

情報記録再生装置30は、光記録媒体40に対して光ピックアップ31を用いて情報の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を行う装置である。本実施の形態5において、光記録媒体40はディスク状であって、保護ケースのカートリッジ41内に格納されている。光記録媒体40はカートリッジ41ごと、挿入口32から情報記録再生装置30に矢印「ディスク挿入」方向へ挿入セットされ、スピンドルモータ33により回転駆動され、光ピックアップ31により情報の記録や再生、あるいは消去が行われる。

【0110】

この光ピックアップ31として、前述の実施の形態1~3に記載の光ピックアップを適宜用いることができる。

【0111】

また本実施の形態5は、使用波長 λ : 400nm、NA: 0.65で光記録媒体上に情報記録密度増倍度: $P1 > 1.8$ の多値記録を行う光情報処理装置であってもよい。これにより、例えば、22GB以上の光情報処理装置をNA0.85の高NAの対物レンズを用いることなく実現できる。すなわち、光記録媒体への記録容量はスポット径で定まる。DVD系光記録媒体 (4.7GB) に比べ、青色波長帯域を利用すれば、スポット径比 $(\lambda/NA)^2$ で容量が上げられ、12GB相当となる。これに前記条件の多値記録を適用することにより、22GB相当が得られる。この結果、変動などに伴うマージンを拡大できる。そして、対物レンズの焦点深度は、NAの2乗に比例して厳しくなるため、NA0.85の対物レンズに比べNA0.65のレンズは1.7倍マージンを広げられる。

【0112】

なお、前述の各実施の形態では、簡単のため、波長として400nm、660nm、780nmに限定して述べてきたが、本発明は、以下のような各光記録媒体が規格として定める範囲に適用することが可能である。

【0113】

- ・青色波長帯域：波長397nm～417nm
- ・赤色波長帯域：波長650nm～670nm
- ・赤外波長帯域：波長770nm～790nm

同様に、それぞれのNA（開口数）として、0.65、0.50に限定して述べてきたが

- ・青色系光記録媒体のNA：0.60～0.70
- ・DVD系光記録媒体のNA：0.60～0.65
- ・CD系光記録媒体のNA：0.45～0.50

の範囲に適用できる。

【0114】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、青色系対物レンズによりDVD系、CD系光記録媒体に対して記録、再生を行うときに発生する球面収差、及び青色系光記録媒体の基板厚ばらつき、多層型青色系光記録媒体の層間距離に伴い発生する球面収差を1枚の液晶素子で抑制するため、大容量の青色系光記録媒体と、従来のDVD系、CD系光記録媒体の情報記録面上に良好なスポットを形成でき、かつ部品点数を増加させることなく、3世代い

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における光ピックアップの概略構成を示す図

【図2】半導体レーザー、ホログラム及び受光素子を一体化して構成されたホログラムユニットを示す図

【図3】本実施の形態1の光ピックアップにおける液晶素子の概略構成を示す断面図

【図4】(a)、(b)は液晶素子の電極パターンの例を示す図

【図5】(a)は対物レンズのNA0.65となる有効径と波長の関係、(b)は(a)の対物レンズと同じφ1、焦点距離、NAにおいて、硝種を変化させたときのφ2/φ1と、使用硝種のd線での屈折率ndの関係を示す図

【図6】本実施の形態1における(a)は反射、(b)は回折、(c)は吸収の光学特性を利用して光束径を切り換える開口制限素子の構成を示す図

【図7】検出レンズを介して受光素子に向かう光束に発生する球面収差を示す図

【図8】光束分割手段により分割された各々の光束を検知する受光領域の分割された受光素子を示す図

【図9】検出された基板厚誤差に起因して発生する球面収差を示す図

【図10】(a)は球面収差の波面（実線）と液晶素子による波面の遅れ（破線）、(b)は補正後の球面収差の波面を2次元曲線として示す図

【図11】(a)は球面収差の波面（実線）と液晶素子による波面の遅れ（破線）、(b)は補正後の球面収差の波面を2次元曲線として示す図

【図12】波長400nm、NA0.65で球面収差の波面が最小となる単一の対物レンズに、波長660nmの光を無限系で入射させてDVD系光記録媒体にスポット形成させたとき発生する球面収差を示す図

【図13】波長400nm、NA0.65で球面収差の波面が最小となる単一の対物レンズに、波長780nmの光を無限系で入射させてCD系光記録媒体にスポット形成させたとき発生する球面収差を示す図

【図14】青色系光記録媒体の2層目の情報記録層への記録再生時に発生する球面収差を示す図

【図15】本実施の形態1における球面収差を補正するための液晶素子の2つの透明電極

におけるメタル電極構成を示す図

【図 16】本実施の形態 1 における球面収差を補正するための液晶素子の 1 つの透明電極におけるメタル電極構成を示す図

【図 17】本実施の形態 1 における対物レンズの概観図を示す図

【図 18】本実施の形態 1 における球面収差を補正するための液晶素子の透明電極における分割電極構成を示す図

【図 19】(a) は開口制限素子、液晶素子、波長板を一体形成した複合素子、(b) は別の複合素子の構成を示す図

【図 20】本実施の形態 1 の液晶素子の電極パターンとして、異なるピーク位置に発生する球面収差の略中心位置にピーク位置が発生する電極構成を説明する図

【図 21】本発明の実施の形態 2 における別の構成の光ピックアップの概略構成を示す図

【図 22】(a) は本発明の実施の形態 1 におけるもう一つ別の構成の光ピックアップの概略構成、(b) は DVD 用のホログラム面をもつ層と CD 用のホログラム面をもつ層を備えたホログラム構成を示す図

【図 23】(a) は発生する球面収差 (上側) とこれに付加する位相差 (下側)、(b) は対物レンズシフトにより付加する位相差がずれた状態、(c) は対物レンズシフトにより発生する不要な波面の収差 (残留収差) を示す図

【図 24】(a) は光記録媒体の案内溝から直接の反射光の 0 次光、回折された ± 1 次回折光との干渉、(b) は受光手段の受光面から見た 0 次光 (直進光) と 1 次回折光との干渉領域を示す図

【図 25】液晶素子に対して対物レンズシフトにより変化する干渉領域を示す図

【図 26】受光素子と演算手段により、発生したコマ収差を検知する概略構成を示す図

【図 27】対物レンズと液晶素子の相対位置ずれに伴う干渉領域の変化の演算手段により演算した結果を示す図

【図 28】液晶素子の電極パターンを示す図

【図 29】対物レンズシフトに起因し発生するコマ収差を示す図

【図 30】(a) はコマ収差の波面 (実線) と付与される位相差 (破線)、(b) は補正後の波面を示す図

【図 31】本発明の実施の形態 4 における光情報処理装置である情報記録再生装置の概略構成を示す透過斜視図

【図 32】青色波長帯域の光源を用いた大容量光記録媒体と、既存の DVD、あるいは CD との互換が可能な光ピックアップの概略構成を示す図

【図 33】波長 660 nm の DVD 系光記録媒体に無限系入射で集光させたときの球面収差の波面を示す図

【図 34】波長 780 nm の CD 系光記録媒体に無限系入射で集光させたときの球面収差の波面を示す図

【図 35】波長 660 nm の DVD 系光記録媒体に有限系入射で集光させたときの球面収差の波面を示す図

【符号の説明】

1 a, 1 b ガラス基板

2 導電性スペーサ

3 液晶

4 a, 4 b 電極

5 絶縁膜

6 配向膜

7 電極引出部

10, 10 a, 10 b, 20 透明電極

11 給電部

12 a, 12 b, 13 a, 13 b, 14 a, 14 b, 22, 23, 24, 25 メタル電極

10

20

30

40

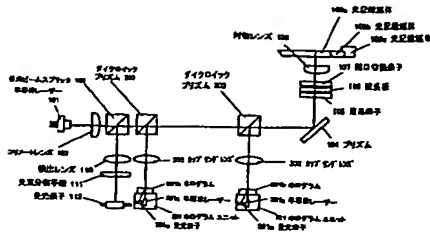
50

1 5 分割電極
2 6 , 2 7 , 2 8 分割電極領域
3 0 情報記録再生装置
3 1 光ピックアップ
3 2 挿入口
3 3 スピンドルモータ
4 0 光記録媒体
2 1 カートリッジ
1 0 0 青色用光源
1 0 1 , 2 0 1 a , 3 0 1 a 半導体レーザー
1 0 2 コリメートレンズ
1 0 3 偏光ビームスプリッタ
1 0 4 プリズム
1 0 5 液晶素子
1 0 6 波長板
1 0 7 開口制限素子
1 0 8 対物レンズ
1 0 9 a , 1 0 9 b , 1 0 9 c 光記録媒体
1 1 0 検出レンズ
1 1 1 光束分割手段
1 1 2 , 2 0 1 c , 3 0 1 c 受光素子
1 1 2 a ~ 1 1 2 f , a ~ f 領域
1 1 3 演算手段
2 0 0 DVD用光源
2 0 1 , 3 0 1 ホログラムユニット
2 0 1 b , 3 0 1 b ホログラム
2 0 2 , 3 0 2 , 5 0 2 カップリングレンズ
2 0 3 , 3 0 3 ダイクロイックプリズム
3 0 0 CD用光源

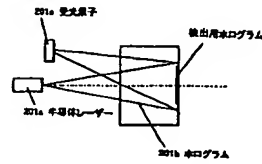
10

20

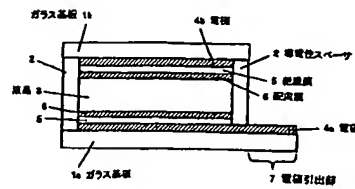
【図 1】



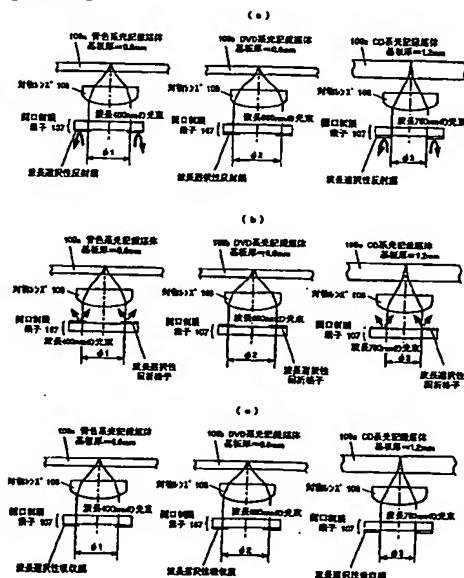
【図 2】



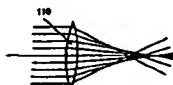
【図 3】



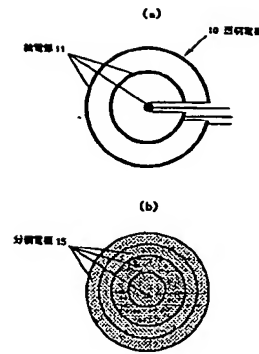
【図 6】



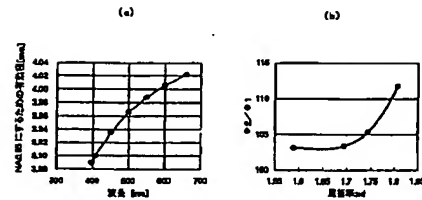
【図 7】



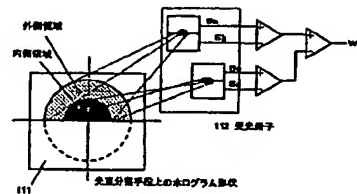
【図 4】



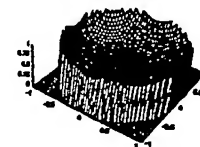
【図 5】



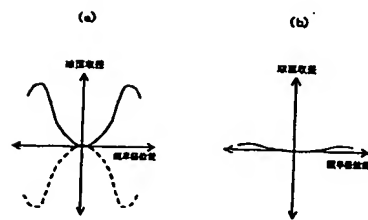
【図 8】



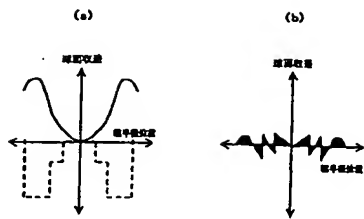
【図 9】



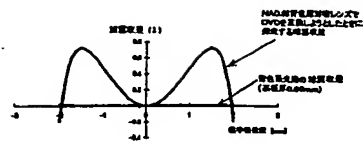
【図 10】



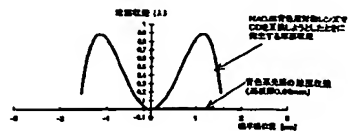
【図 1 1】



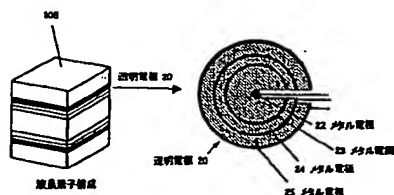
【図 1 2】



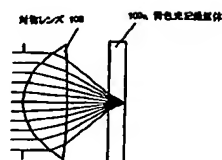
【図 1 3】



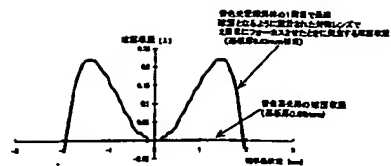
【図 1 6】



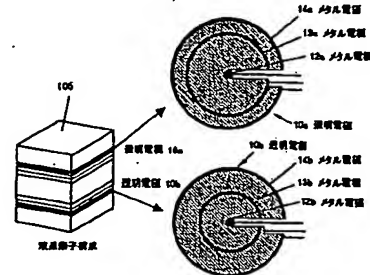
【図 1 7】



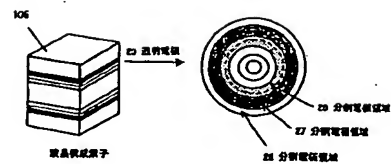
【図 1 4】



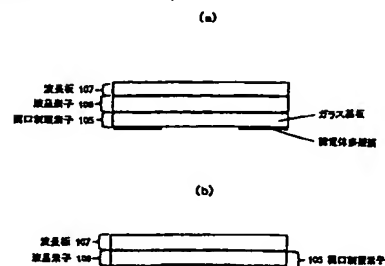
【図 1 5】



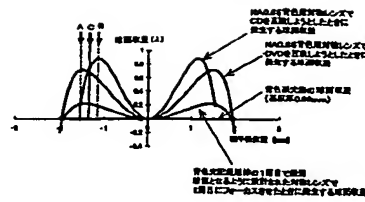
【図 1 8】



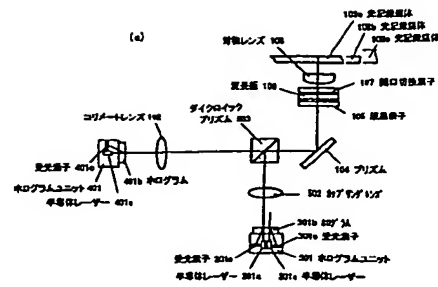
【図 1 9】



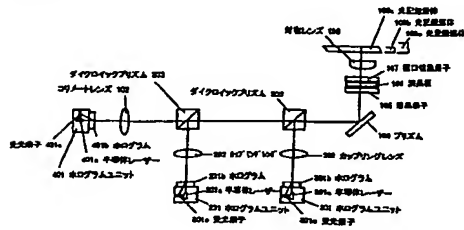
【図 20】



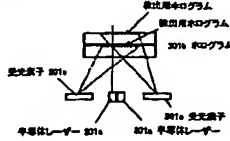
【図 22】



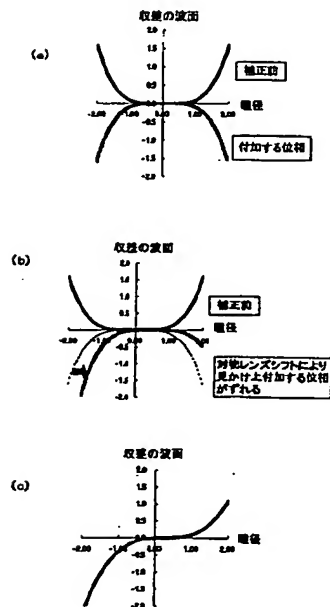
【図 21】



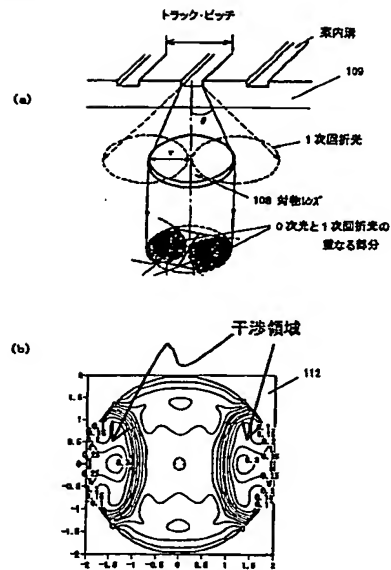
(b)



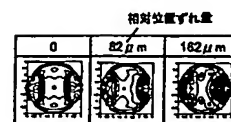
【図 23】



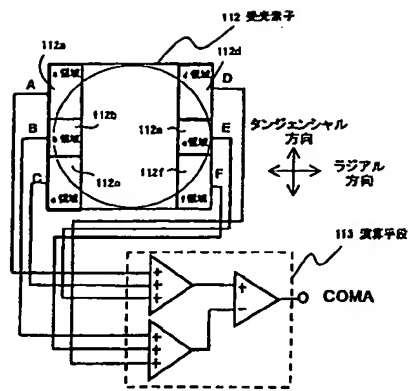
【図 24】



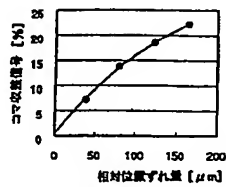
【図 25】



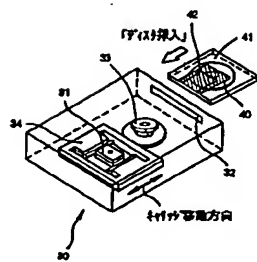
【図26】



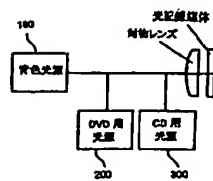
【図27】



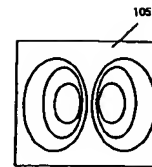
【図31】



【図32】



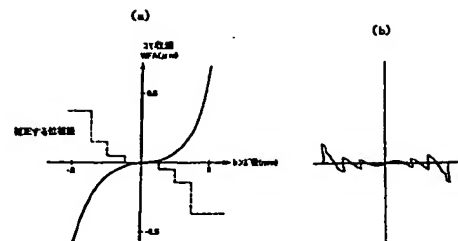
【図28】



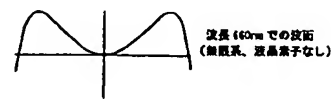
【図29】



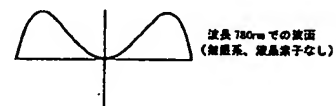
【図30】



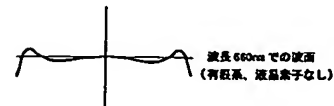
【図33】



【図34】



【図35】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D789 AA04 AA41 BA01 BB13 CA16 DA01 DA05 EC01 EC45 EC47
FA08 JA09 JA31 JA42 JA58 LB01 LB05